

(11) 特許出願公開番号

特開2013-27589

(P2013-27589A)

(43) 公開日 平成25年2月7日(2013. 2. 7)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 17/32 (2006.01)

F I
A 6 1 B 17/32

テーマコード (参考)
4C160

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-166462 (P2011-166462)
(22) 出願日 平成23年7月29日 (2011. 7. 29)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅普

(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修

(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦

(72) 発明者 ▲高▼橋 秀行
長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 4C160 FF10 MM32

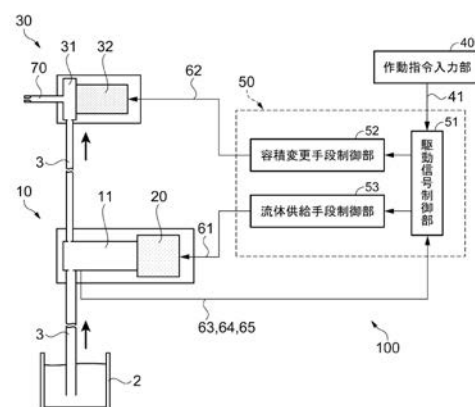
(54) 【発明の名称】 流体噴射装置及び医療機器

(57) 【要約】

【課題】コンパクトなポンプで稼動する流体噴射装置を提供する。

【解決手段】流体噴射装置は、脈動発生部 30 と、ポンプ室 11 と、流体供給部 10 と、脈動流駆動信号 62 を入力し、かつ、流体供給駆動信号 61 を入力する駆動制御部 50 と、駆動制御部 50 に作動指令 41 を入力する作動指令入力部 40 と、を有し、流体供給駆動信号 61 と脈動流駆動信号 62 とが、作動指令 41 の入力に連動して入力され、駆動制御部 50 は、作動指令 41 が入力されていない場合、若しくはポンプ室 11 の容積が第 1 容積量に到達し、かつ、作動指令 41 が入力されている場合には、ポンプ室 11 の容積が第 2 容積量へ向かってポンプ室 11 の容積を増加させ、作動指令 41 が入力されている場合には、第 1 容積量に達するまで、ポンプ室 11 の容積を第 1 容積量へ向かって減少させるように、流体供給駆動信号 61 を用いてポンプ室容積変更手段 20 を駆動する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容積変更手段によって流体室の容積を変化させて脈動流を噴射する脈動発生部と、
ポンプ室と、該ポンプ室の容積を変更させて前記脈動発生部に流体を供給するポンプ室
容積変更手段と、を含む流体供給部と、

前記容積変更手段を駆動する脈動流駆動信号を入力し、かつ、前記流体供給部を駆動する
流体供給駆動信号を入力する駆動制御部と、

前記駆動制御部に作動指令を入力する作動指令入力部と、
を有し、

前記流体供給駆動信号と前記脈動流駆動信号とが、前記作動指令の入力に連動して入力
され、

前記駆動制御部は、前記作動指令が入力されていない場合、若しくは前記ポンプ室の容
積が第 1 容積量に到達し、かつ、前記作動指令が入力されている場合には、

前記ポンプ室の容積が第 2 容積量へ向かって前記ポンプ室の容積を増加させ、前記作動
指令が入力されている場合には、前記第 1 容積量に達するまで、前記ポンプ室の容積を前
記第 1 容積量へ向かって減少させるように、前記流体供給駆動信号を用いて前記ポンプ室
容積変更手段を駆動することを特徴とする流体噴射装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の流体噴射装置において、

前記流体を前記ポンプ室内に吸入する該ポンプ室の容積増加速度が、前記流体を前記ポ
ンプ室から送出する該ポンプ室の容積減少速度よりも速いことを特徴とする流体噴射装置
。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の液体噴射装置において、

前記駆動制御部は、前記流体供給駆動信号が入力されて第 1 時間経過した後に、前記脈
動流駆動信号が入力され、かつ、該脈動流駆動信号の入力が終了して第 2 時間経過した後
に、前記流体供給駆動信号の入力が終了することを特徴とする流体噴射装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の液体噴射装置において、

前記流体供給部は、

前記ポンプ室内に保有する前記流体の保有容量が前記第 2 容積量に達したことを検出す
る第 2 容積量検出センサーと、

前記保有容量が前記第 1 容積量に達したことを検出する第 1 容積量検出センサーと、

前記保有容量が前記第 1 容積量と前記第 2 容積量との間の任意の位置に達したことを検
出するランダムレベル検出センサーと、

を備えることを特徴とする流体噴射装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の液体噴射装置において、

前記第 1 容積量は、前記ポンプ室の容積が最小となる値であり、

前記第 2 容積量は、前記ポンプ室の容積が最大となる値であることを特徴とする流体噴
射装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の液体噴射装置において、

前記ポンプ室は、

プランジャーと、

前記プランジャーを内挿するシリンダーと、

で形成され、

前記ポンプ室容積変更手段は、前記プランジャーを前記シリンダー内で移動させるプラ
ンジャー駆動手段であることを特徴とする流体噴射装置。

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれか一項に記載の液体噴射装置において、
前記作動指令入力部は、開閉器若しくはフットスイッチ若しくは音声認識装置であることを特徴とする流体噴射装置。

【請求項 8】

請求項 1～7 のいずれか一項に記載の流体噴射装置を用いたことを特徴とする医療機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体噴射装置及び当該流体噴射装置を備える医療機器に関する。

10

【背景技術】

【0002】

高圧流体によって生体組織の切除・切開を行うウォータージェットメスなどの流体噴射装置では、流体（例えば生理食塩水やリンゲル液）を長時間に亘り、安定した圧力で供給するポンプが必要であると考えられていた。例えば特許文献 1 に記載されている医療ポンプのように、複数のピストン（プランジャー）を交互に動作させることで途切れることなく流体を供給する技術がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】特表 2010-509542 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述した従来の技術では、複数のプランジャーを駆動する機構やその制御手段が複雑になってしまうという課題がある。また、それに伴いポンプの高い信頼性の確保や、メンテナンスの簡易化、製造コストの低減が難しいという課題もある。一方、構造や制御を簡易化するためにシングルプランジャーで構成することが考えられたが、プランジャーがシングルであると、流体供給部に確保する流体の量と、ポンプ室内に噴射に必要な十分な流体の量と、を確保しなければならないため、ポンプが大型化するという課題があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0006】

〔適用例 1〕本適用例に係る流体噴射装置は、容積変更手段によって流体室の容積を変化させて脈動流を噴射する脈動発生部と、ポンプ室と、該ポンプ室の容積を変更させて前記脈動発生部に流体を供給するポンプ室容積変更手段と、を含む流体供給部と、前記容積変更手段を駆動する脈動流駆動信号を入力し、かつ、前記流体供給部を駆動する流体供給駆動信号を入力する駆動制御部と、前記駆動制御部に作動指令を入力する作動指令入力部と、を有し、前記流体供給駆動信号と前記脈動流駆動信号とが、前記作動指令の入力に連動して入力され、前記駆動制御部は、前記作動指令が入力されていない場合、若しくは前記ポンプ室の容積が第 1 容積量に到達し、かつ、前記作動指令が入力されている場合には、前記ポンプ室の容積が第 2 容積量へ向かって前記ポンプ室の容積を増加させ、前記作動指令が入力されている場合には、前記第 1 容積量に達するまで、前記ポンプ室の容積を前記第 1 容積量へ向かって減少させるように、前記流体供給駆動信号を用いて前記ポンプ室容積変更手段を駆動することを特徴とする。

40

【0007】

本適用例によれば、脈動発生部へ流体を供給することと、脈動発生部で流体に脈動を発

50

生させ噴射させることが作動指令の入力に連動しているため、流体の噴射に連動させて脈動流生成を開始することができる。また、脈動流生成の停止に連動させて流体の噴射を停止させることができる。ウォータージェットメスなど、脈動流状の流体噴射で手術を行う場合に、切除・切開などの処置を停止した際には、脈動流の発生だけではなく、流体の噴射を止めても良い場合が多い。したがって、流体供給駆動信号と脈動流駆動信号とを互いに連動させて流体噴射量を必要十分な量にすることで、流体供給部に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射をすることができ、例えばシングルのプランジャーでも流体噴射装置を小型化できる。

【0008】

また、作動指令が入力されていない場合（流体噴射を行わない場合）、及びポンプ室容積が第1容積量まで到達し作動指令が入力されている場合（噴射する流体が途切れた場合）には、ポンプ室容積は第2容積量の方向に移動する。つまり、流体噴射が行われない場合には、ポンプ室内に流体が吸入される動作が開始される。また、作動指令が入力されている場合（流体噴射を行う場合）には、第1容積量に達するまでポンプ室容積は第1容積量の方向に移動し、流体の噴射が行われる。したがって、噴射が停止する都度ポンプ室内に流体が吸入されるため、ポンプ室内には流体が確保され、操作者は、特に意識することなく作業を継続できるようになる。したがって、本適用例によれば、ポンプ室内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、流体噴射装置を小型化できる。

【0009】

〔適用例2〕上記適用例に記載の流体噴射装置において、前記流体を前記ポンプ室内に吸入する該ポンプ室の容積増加速度が、前記流体を前記ポンプ室から送出する該ポンプ室の容積減少速度よりも速いことを特徴とする。

【0010】

本適用例によれば、流体をポンプ室内に吸入するポンプ室の容積増加速度が、流体をポンプ室から送出するポンプ室の容積減少速度よりも速いため、流体噴射が行われない場合には、速やかにポンプ室内に流体が吸入される。したがって、噴射が停止する都度ポンプ室内に流体が吸入されるため、ポンプ室内には流体が確保され、操作者は、特に意識することなく作業を継続できるようになる。したがって、本適用例によれば、ポンプ室内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、流体噴射装置を小型化できる。

【0011】

〔適用例3〕上記適用例に記載の流体噴射装置において、前記駆動制御部は、前記流体供給駆動信号が入力されて第1時間経過した後に、前記脈動流駆動信号が入力され、かつ、該脈動流駆動信号の入力が終了して第2時間経過した後に、前記流体供給駆動信号の入力が終了することを特徴とする。

【0012】

本適用例によれば、流体の供給、噴射が開始されてから第1時間経過した後に脈動流が生成され、脈動流の生成が停止してから第2時間経過した後に流体の供給、噴射が停止する。したがって、脈動流の噴射開始と停止を繰り返す中で、流体噴射管まで安定して流体が供給された後に脈動流を生成することができるため、ポンプ室内の液体が脈動流を生成するのに充分確保され、流体噴射の空打ちになることを防止する。また、流体噴射管まで安定して流体が供給された後に脈動流を生成すれば、流体噴射装置内に気泡が混入し難いため、安定した噴射を行うことができる。

【0013】

〔適用例4〕上記適用例に記載の流体噴射装置において、前記流体供給部は、前記ポンプ室内に保有する前記流体の保有容量が前記最大容積量に達したことを検出する第2容積量検出センサーと、前記保有容量が前記最小容積量に達したことを検出する第1容積量検出センサーと、前記保有容量が前記最大容積量と前記最小容積量との間の任意の位置に達したことを検出するランダムレベル検出センサーと、を備えることを特徴とする。

【0014】

本適用例によれば、流体供給部に保有する流体が最大容積量あるいは最小容積量に達したことがセンサーにより検出されることが望ましい。また、ランダムレベル検出センサーにより、操作者は保有容量が最小容積量に近いことを認識するポイントを任意に設定し、認識することができるため、突然流体噴射が停止することがなく、適切な処置をとることができる。

【0015】

〔適用例5〕上記適用例に記載の流体噴射装置において、前記第1容積量は、前記ポンプ室の容積が最小となる値であり、前記第2容積量は、前記ポンプ室の容積が最大となる値であることを特徴とする。

【0016】

本適用例によれば、作動指令が入力されていない場合（流体噴射を行わない場合）、及びポンプ室容積が最小容積量まで到達し作動指令が入力されている場合（噴射する流体が途切れた場合）には、ポンプ室容積は最大容積量の方向に移動する。つまり、流体噴射が行われない場合には、ポンプ室内に流体が吸入される動作が開始される。また、作動指令が入力されている場合（流体噴射を行う場合）には、最小容積量に達するまでポンプ室容積は最小容積量の方向に移動し、流体の噴射が行われる。したがって、噴射が停止する都度ポンプ室内に流体が吸入されるため、ポンプ室内には流体が確保され、操作者は、特に意識することなく作業を継続できるようになる。したがって、本適用例によれば、ポンプ室内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、流体噴射装置を小型化できる。

【0017】

〔適用例6〕上記適用例に記載の流体噴射装置において、前記ポンプ室は、プランジャーと、前記プランジャーを内挿するシリンダーと、で形成され、前記ポンプ室容積変更手段は、前記プランジャーを前記シリンダー内で移動させるプランジャー駆動手段であることを特徴とする。

【0018】

本適用例によれば、シリンダー内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、手術を行うことができるようになる。よって、構造や制御の簡易化ができるシングルプランジャータイプの流体供給部で流体噴射装置を構成することができる。その結果、信頼性の確保や、メンテナンスの簡易化、製造コストの低減のできる流体噴射装置を提供することができる。

【0019】

〔適用例7〕上記適用例に記載の流体噴射装置において、前記作動指令入力部は、開閉器若しくはフットスイッチ若しくは音声認識装置であることを特徴とする。

【0020】

本適用例によれば、操作者は、手元の開閉器を閉じること、又は、足元のフットスイッチを踏むことで作動指令を発信できる。若しくは、操作者の頭部又はその付近に配されたマイクに向かい声を発することで作動指令を発信できる。これによって、操作者は、手元に意識を集中させたまま、流体噴射装置を所望のタイミングで作動させることができる。

【0021】

〔適用例8〕上記適用例に記載の流体噴射装置を用いたことを特徴とする医療機器。

【0022】

本適用例によれば、医療機器として上記の流体噴射装置を用いることにより、手術具としての優れた特性をより効果的なものとして提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本実施形態に係る流体噴射装置の構成を示す概略図。

【図2】本実施形態に係る流体供給部の一構成例を示す側断面図。

【図3】本実施形態に係る脈動発生部の一構成例を示す側断面図。

【図4】本実施形態に係る作動指令及びパルス駆動信号を示す波形図。

10

20

30

40

50

【図５】本実施形態に係るパルス駆動信号のバリエーションを示す波形図。

【図６】本実施形態に係る流体供給部の基本動作を示すタイミング図。

【図７】本実施形態に係る流体供給部の給水動作を示すタイミング図。

【図８】本変形例に係る各部の待機時間の関係を示すタイミング図。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

以下、本発明を具体化した実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の各図においては、説明を分かりやすくするため、実際とは異なる尺度で記載している場合がある。

【００２５】

図１は、本実施形態に係る流体噴射装置の構成を示す概略図である。なお、本実施形態では、医療機器に好適な流体噴射装置として説明するが、切除・切開・剥離・破碎などの機能においては、医療分野での活用に限定するものではない。

【００２６】

本実施形態に係る流体噴射装置１００は、図１に示すように、流体容器２、流体供給部１０、脈動発生部３０、作動指令入力部４０、駆動制御部５０などから構成されている。流体容器２と流体供給部１０、及び流体供給部１０と脈動発生部３０とは、接続チューブ３によって接続されている。流体容器２に収容する流体は、好適例として生理食塩水を用いている。

【００２７】

流体供給部１０は、ポンプ室１１、ポンプ室容積変更手段２０などを備える本実施形態の一例としてのシングルプランジャーポンプである。

脈動発生部３０は、流体室３１、容積変更手段３２、流体噴射管７０などから構成されている。流体噴射装置１００は、流体供給部１０により流体容器２から脈動発生部３０に供給される流体を、脈動発生部３０で脈動流に変換して流体噴射管７０から噴射する構成になっている。

【００２８】

作動指令入力部４０は、操作者の指令を作動指令４１として駆動制御部５０に入力するスイッチなどの信号入力手段であり、操作者の手元、あるいは足元などに設置される。より具体的には、作動指令入力部４０は、開閉器若しくはフットスイッチ若しくは音声認識装置のいずれかであることが好ましい。このようにすることで、操作者は、手元の開閉器を閉じること、又は、足元のフットスイッチを踏むことで作動指令４１を発信できる。若しくは、操作者の頭部又はその付近に配されたマイクに向かい声を発することで作動指令４１を発信できる。

駆動制御部５０は、駆動信号制御部５１、容積変更手段制御部５２、流体供給手段制御部５３などから構成される。駆動信号制御部５１は、作動指令４１を受け、容積変更手段制御部５２から所定の脈動流駆動信号（パルス駆動信号６２）を脈動発生部３０に入力する。また、更に駆動信号制御部５１は、作動指令４１を受け、流体供給手段制御部５３から所定の流体供給駆動信号（ポンプ駆動信号６１）を流体供給部１０に入力する。

【００２９】

図２は、本実施形態に係る流体供給部１０の一構成例を示す側断面図である。流体供給部１０は、ポンプ室１１、プランジャー１２、プランジャー１２を内挿するシリンダー１３、ポンプ室容積変更手段２０などから構成されていることが好ましい。ポンプ室１１を形成するシリンダー１３の端部には、流体容器２からの流体を吸入する吸入口１７と脈動発生部３０に流体を送出する送出口１８とを有し、それぞれに吸入弁１４と送出弁１５とを備えている。

ポンプ室容積変更手段２０は、ウォームラックなどのギア構造２１及び回転機構２４（図示せず）から成り、ポンプ駆動信号６１によって正逆回転する回転機構２４の回転運動を、プランジャー１２の往復運動に変換している。

【００３０】

10

20

30

40

50

ポンプ室 11 は、プランジャー 12 と、シリンダー 13 とによって囲まれた領域として形成される。ポンプ室 11 は、プランジャー 12 の可動範囲において容量が最大となる最大容積量（第 2 容積量）A から容量が最小となる最小容積量（第 1 容積量）B までの範囲で容積を変化させることができる。また、シリンダー 13 の外周には、プランジャー 12 が最大容積量 A に到達したことを検出する第 2 容積量検出センサー 25 と、最小容積量 B に到達したことを検出する第 1 容積量検出センサー 26 と、最小容積量 B よりやや最大容積量 A より位置する水切れ警告レベルを検出するランダムレベル検出センサー 27 とを備えていてもよい。（ランダムレベル検出センサー 27 の位置については、後述する。）プランジャー 12 の動きに応じて第 2 容積量検出センサー 25 は満水信号 63 を、第 1 容積量検出センサー 26 は水切れ信号 64 を、ランダムレベル検出センサー 27 は警告信号 65 を、それぞれ駆動信号制御部 51 に対して発信する（図 1 参照）。 10

【0031】

駆動制御部 50 は、作動指令 41、満水信号 63、水切れ信号 64、警告信号 65 の各状態に応じて、流体供給手段制御部 53 から、所定のポンプ駆動信号 61 をポンプ室容積変更手段 20 の回転機構 24 に伝える。ポンプ駆動信号 61 は、正転（+v）、停止（0）、逆転（-v）の 3 値のいずれかのレベルを出力し、回転機構 24 を制御する。

回転機構 24 は、ポンプ駆動信号 61 が逆転（-v）の場合に、プランジャー 12 を最小容積量 B から最大容積量 A に向かう方向に移動させ、ポンプ駆動信号 61 が正転（+v）の場合に最大容積量 A から最小容積量 B に向かう方向に移動させる。また、ポンプ駆動信号 61 が停止（0）の場合には、プランジャー 12 の移動は停止する。つまり、ポンプ駆動信号 61 が逆転（-v）の場合には、ポンプ室 11 内に流体を吸入し（この時、流体の動きに応じ吸入弁 14 は開き、送出弁 15 は閉まる）、ポンプ駆動信号 61 が正転（+v）の場合には、流体を送出する（この時、流体の動きに応じ吸入弁 14 は閉まり、送出弁 15 は開く）。 20

【0032】

また、流体供給部 10 は、ポンプ室 11 に流体を吸入する速度が、ポンプ室 11 から送出する速度より略 100 倍程度速くなるように構成されていることが好ましい。具体的には、プランジャー 12 を引く方向（最小容積量 B から最大容積量 A に向かう吸引方向）の回転機構 24 の出力が高回転速度、低トルクとなり、プランジャー 12 を押し出す方向（最大容積量 A から最小容積量 B に向かう送出方向）の回転機構 24 の出力が低回転速度、高トルクとなるようなギアシステムなどの制御手段（図示せず）を採用している。なお、低トルクの回転でも吸引が充分に行えるように、流体容器 2 から吸入口 17 までの流路長を短くし、流路断面積を大きくすることでイナータンスを小さくすることが好ましい。 30

【0033】

図 3 は、本実施形態に係る脈動発生部 30 の一構成例を示す側断面図である。脈動発生部 30 は、流体室 31、容積変更手段 32、ダイヤフラム 33、ケース 80、流体噴射管 70 などから構成されている。

流体室 31 は、ケース 80 の一部とダイヤフラム 33 とによって囲まれた領域として形成される。流体室 31 には、容積変更手段 32 がダイヤフラム 33 を介して接続されている。容積変更手段制御部 52 から容積変更手段 32 に伝えられるパルス駆動信号 62（図 1 参照）によって、容積変更手段 32 が伸縮動作し、ダイヤフラム 33 が駆動されて流体室 31 の容積を変化させることで脈動流を発生させている。容積変更手段 32 としては、好適例としてピエゾ素子等の圧電素子を用いている。 40

【0034】

流体噴射管 70 は、流体室 31 に連通し、先端にノズル 71 を備えている。流体室 31 が、流体供給部 10 によって供給された流体で満たされると、流体は、流体室 31 から流出し、ノズル 71 から噴射される。脈動発生部 30 が作動し、流体室 31 の容積が変動した場合には、脈動流が噴射される。

【0035】

図 4 は、本実施形態に係る作動指令 41 及びパルス駆動信号 62 を示す波形図である。 50

駆動制御部 50 は、図 4 (A) のような作動指令 41 が入力されると、容積変更手段制御部 52 から容積変更手段 32 にパルス駆動信号 62 を出力する。パルス駆動信号 62 は、図 4 (B) のような電圧波形の一波を単位波とし、駆動信号制御部 51 の制御に従い、単発、あるいは図 4 (C) のように連続的に出力して容積変更手段 32 を伸縮動作させ、ダイアフラム 33 を介して流体室 31 を満たしている流体に脈動を発生させる。

【0036】

図 5 は、本実施形態に係るパルス駆動信号 62 のバリエーションを示す波形図である。図 5 (A) に示すように、時間 T0 の間、作動指令 41 が ON 信号を発している場合のパルス駆動信号 62 の出力波形の例 (図 5 (B) ~ (D)) である。これらのバリエーションは、予め設定した駆動信号制御部 51 の制御仕様により選択することができる。

10

【0037】

図 5 (B) は、時間 T0 の間、連続的にパルス駆動信号 62 を出力している (通常モード)。

図 5 (C) は、T0 の長さに依存せず、作動指令 41 が発せられた時点から予め定められた時間 T1 の間、連続的にパルス駆動信号 62 を出力している (トリガーモード)。したがって、T1 の設定時間により、作動指令 41 が OFF となってもパルス駆動信号 62 が出力され続ける場合や、作動指令 41 が ON であっても出力が停止する場合がある。

図 5 (D) は、時間 T2 の間継続するパルス駆動信号 62 が、休止時間 T3 をもって繰り返している。この繰り返し出力を継続する時間は、図 5 (D) に示すように T0 で終了する場合 (バーストモード) と、図示していないが、T0 の長さに依存せず、予め設定した時間繰り返す場合 (トリガーバーストモード) とがある。

20

【0038】

次に、以上のように構成された流体噴射装置 100 の動作を説明する。

図 6 は、本実施形態に係る流体供給部 10 の基本動作を示すタイミング図である。作動指令 41、ポンプ駆動信号 61、パルス駆動信号 62、及び流体供給部 10 からの流体の送出可能量 (ポンプ室 11 から送出できる流体の残量) の関係を示している。ここでは、パルス駆動信号 62 が、通常モード (図 5 (B)) の設定で動作している例を示している。図 6、図 1、図 2 を参照して説明する。

【0039】

「初期状態」

30

まず、流体噴射装置 100 の初期状態として、流体容器 2、流体供給部 10、脈動発生部 30、及び連通する接続チューブ 3 には、流体を満たし、プランジャー 12 は、最大容積量 A に位置する満水状態を準備する。作動指令 41、パルス駆動信号 62 は OFF 状態であり、ポンプ駆動信号 61 は、停止 (0) の状態となっている。

【0040】

「第 1 流体噴射」

次に、操作者が作動指令入力部 40 に指令を出し、作動指令 41 が ON になると、駆動制御部 50 は、ポンプ駆動信号 61 を正転 (+v) とし、更に連続的にパルス駆動信号 62 を出力する。

ポンプ駆動信号 61 が正転 (+v) になると、プランジャー 12 は、最大容積量 A から最小容積量 B に向かう方向に規定の速度で移動を開始する。ポンプ室 11 の内圧が高まると、吸入弁 14 は閉まり、送出弁 15 は開いて、脈動発生部 30 に向かって流体の送出が開始される。既に流体で満たされている脈動発生部 30 は、ノズル 71 (図 3 参照) から流体噴射を開始する。

40

同時に連続的なパルス駆動信号 62 を受けた容積変更手段 32 は、伸縮動作によってダイアフラム 33 を介して流体室 31 を満たしている流体に脈動を発生させる。これによりノズル 71 から噴射する流体は脈動流となる。また、送出可能量は、噴射量に応じて徐々に減少して行く。

【0041】

「第 1 給水」

50

次に、操作者が指令を停止し、作動指令 4 1 が OFF になると、駆動制御部 5 0 は、ポンプ駆動信号 6 1 を逆転 (−v) とし、更に連続的にパルス駆動信号 6 2 の出力を停止する。

ポンプ駆動信号 6 1 が逆転 (−v) になると、プランジャー 1 2 は、それまでとは逆の、最小容積量 B の方向から最大容積量 A に向かう方向に規定の速度で移動を開始する。ポンプ室 1 1 の内圧が低くなると、送出弁 1 5 は閉まり、吸入弁 1 4 が開いて、流体容器 2 から流体の吸入が開始される。脈動発生部 3 0 への送出が停止するため、ノズル 7 1 からの噴射は停止する。送出可能量は、吸入量に応じて徐々に増加して行く。

同時に連続的なパルス駆動信号 6 2 の出力が停止しているため、容積変更手段 3 2 の伸縮動作は停止して流体室 3 1 の容積変化も停止する。

10

【0042】

「第 2 流体噴射、第 2 給水」

プランジャー 1 2 が、最大容積量 A から最小容積量 B の間に位置する場合には、引き続き、操作者の指令に応じ、上記の動作を繰り返すことができる。

【0043】

「満水」

操作者が指令を停止したまま、作動指令 4 1 が OFF を継続すると、プランジャー 1 2 は、やがて最大容積量 A に到達する。第 2 容積量検出センサー 2 5 は、プランジャー 1 2 が最大容積量 A に到達したことを検知し、満水信号 6 3 を駆動信号制御部 5 1 に対して発信する。駆動信号制御部 5 1 は、満水信号 6 3 を受けて、ポンプ駆動信号 6 1 を 0 にし、プランジャー 1 2 は、その移動を停止する。

20

【0044】

次に、操作者が、作動指令入力部 4 0 に指令を出し続けた場合、つまり噴射を長時間継続した場合の動作について説明する。

図 7 は、本実施形態に係る流体供給部 1 0 の給水動作を示すタイミング図である。言い換えると、噴射を長時間継続して送出可能量がゼロとなる場合の流体供給部 1 0 の給水動作を示すタイミング図である。操作者が作動指令入力部 4 0 に指令を出し続け、作動指令 4 1 が ON の状態を継続すると、駆動制御部 5 0 は、ポンプ駆動信号 6 1 を正転 (+v) の状態のままに継続し、パルス駆動信号 6 2 は出力を継続する。

ポンプ駆動信号 6 1 が正転 (+v) の状態を継続すると、プランジャー 1 2 は、最大容積量 A から最小容積量 B に向かう方向に規定の速度で移動を継続し、やがて最小容積量 B に到達する。流体は、脈動発生部 3 0 に向かって送出が継続され、やがて送出可能量がゼロとなり送出を停止する。最小容積量 B 付近の動きを以下に説明する。

30

【0045】

「警告」

ランダムレベル検出センサー 2 7 (図 2 参照) は、プランジャー 1 2 が最小容積量 B に到達する前に警告信号 6 5 (図 1 参照) を、駆動信号制御部 5 1 に対して発信する。駆動信号制御部 5 1 は、警告信号 6 5 を受けて、操作者に水切れのアラート (図示せず) を発報する。ここで、アラートを感知した操作者が指令を停止した場合には、前述のように噴射が停止し、給水を開始する。

40

操作者が指令を停止せずに継続した場合には、プランジャー 1 2 は、最小容積量 B に到達する。

【0046】

「給水」

第 1 容積量検出センサー 2 6 は、プランジャー 1 2 が最小容積量 B に到達したことを検知し、水切れ信号 6 4 を駆動信号制御部 5 1 に対して発信する。駆動信号制御部 5 1 は、水切れ信号 6 4 を受けて、ポンプ駆動信号 6 1 を逆転 (−v) にし、更にパルス駆動信号 6 2 の出力を停止する。ポンプ駆動信号 6 1 が逆転 (−v) になると、プランジャー 1 2 は、最大容積量 A に向かう方向に移動を開始し、流体供給部 1 0 が給水を開始する。プランジャー 1 2 は、やがて最大容積量 A に到達する。第 2 容積量検出センサー 2 5 は、プラ

50

ンジャー 1 2 が最大容積量 A に到達したことを検知し、満水信号 6 3 を駆動信号制御部 5 1 に対して発信する。駆動信号制御部 5 1 は、満水信号 6 3 を受けて、ポンプ駆動信号 6 1 を 0 にし、プランジャー 1 2 は、その移動を停止する。また、パルス駆動信号 6 2 の出力が停止すると、脈動発生部 3 0 は、脈動の生成を停止する。

【0047】

上記のように、操作者が指令を停止せずに継続し、プランジャー 1 2 が最小容積量 B に到達した場合には、作動指令 4 1 が ON の状態を継続していてもポンプ駆動信号 6 1 は、逆転 (−v) のレベルを保ち、給水を継続する。ただし、一旦操作者が指令を停止して作動指令 4 1 を OFF の状態にしてから、再び作動指令 4 1 を ON とした場合には、給水のモードはリセットされ、ポンプ駆動信号 6 1 は、正転 (+v) のレベルとなって、流体の送出を再開する。

【0048】

なお、警告信号 6 5 が発信される位置は、ランダムレベル検出センサー 2 7 の位置を任意に変更することで調整することができる。作動指令入力部 4 0 に指令を出し続けて、警告信号 6 5 が発信を開始した時から、第 1 容積量検出センサー 2 6 が水切れ信号 6 4 を発信するまでの時間を予め確認し、操作者の使用方法に合わせて適正に調整するなどの利用が可能である。

【0049】

以上述べたように、本実施形態による流体噴射装置 1 0 0 によれば、以下の効果を得ることができる。

【0050】

脈動発生部 3 0 へ流体を供給することと、脈動発生部 3 0 で流体に脈動を発生させ噴射させることが、作動指令 4 1 に連動し駆動信号制御部 5 1 で制御されているため、流体の噴射に連動させて脈動流生成を開始することができる。また、脈動流生成の停止に連動させて流体の噴射を停止させることができる。ウォータージェットメスなど、脈動流の噴射で手術を行う場合は、術部の状況を確認しながら作業を行うため、途中で脈動流の噴射を停止する場合が多い。切除・切開などの処置を停止した際には、脈動流の発生だけではなく、流体の噴射を止めても良い場合が多い。したがって、ポンプ駆動信号 6 1 とパルス駆動信号 6 2 とを互いに連動させて流体噴射の量を必要最小限の量にしばることが可能である。これにより流体供給部 1 0 に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、手術を行うことができるようになる。

【0051】

また、流体噴射が行われない場合には、ポンプ室 1 1 内に流体が吸入される動作が開始され、噴射が停止する都度ポンプ室 1 1 内に流体が吸入されるため、ポンプ室 1 1 内には流体が確保され、操作者は、特に意識することなく作業を継続できるようになる。したがって、ポンプ室内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、手術を行うことができる。

【0052】

また、流体をポンプ室 1 1 内に吸入する速度が、流体をポンプ室から送出する速度より速いため、流体噴射が行われない場合には、速い速度でポンプ室内に流体が吸入される。したがって、噴射が停止する都度ポンプ室内に速い速度で流体が吸入されるため、ポンプ室内には流体が確保され、操作者は、特に意識することなく作業を継続できるようになる。したがって、ポンプ室内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、手術を行うことができる。

【0053】

また、シリンダー内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、手術を行うことができるようになるため、構造や制御の簡易化ができるコンパクトなシングルプランジャータイプの流体供給部で流体噴射装置を構成することができる。その結果、信頼性の確保や、メンテナンスの簡易化、製造コストの低減のできる流体噴射装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0054】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されず、上述した実施形態に種々の変更や改良などを加えることが可能である。変形例を以下に述べる。なお、実施形態1と同一の構成部位については、同一の符号を使用し、重複する説明は省略する。

【0055】

(変形例)

安定した脈動流の噴射を得るために、駆動信号の発信停止に待機時間を設定する例を説明する。この例では、流体供給部10から脈動発生部30に流体を送出した後に脈動発生部30で脈動の生成を開始し、また脈動を停止してから流体の送出を停止することにより、安定した脈動流の噴射が得られるようにしている。

10

【0056】

図8は、本変形例に係る各部の待機時間の関係を示すタイミング図である。駆動信号制御部51によって、ポンプ駆動信号61が発信してから第1待機時間 t_1 が経過した後に、パルス駆動信号62を発信させている。また、パルス駆動信号62の発信が終了してから第2待機時間 t_2 が経過した後に、ポンプ駆動信号61の発信を終了するようにしている。

【0057】

このようにすることで、流体室31からノズル71までが流体に満たされた状態でパルス駆動信号62が発信されるため、流体が不十分な状態の流体室31に対して容積変更手段32が駆動して空打ちされることがない。したがって、流体噴射の開始と停止を繰り返す中で、安定した流体噴射に対して脈動流を生成することができるため、ポンプ室内の液体が脈動流を生成するのに充分確保され、流体噴射の空打ちになることを防止する。また、流体噴射管まで安定して流体が供給された後に脈動流を生成すれば、流体噴射装置内に気泡が混入し難いため、安定した噴射を行うことができる。

20

【0058】

(医療機器)

医療機器としては、前述した流体噴射装置100を用いて、生理食塩水などの液体を噴射し手術具として活用したり、薬液などを噴射する薬液噴射機器として活用することができる。本願発明の流体噴射装置100を医療機器として活用することにより、ポンプ室内に確保する流体の量が少なくても必要十分な流体噴射が得られ、ポンプ室11の小型化を図ることができるため、緊急時の携帯医療機器として提供できるほか、限られたスペースに設置することができる。

30

【0059】

具体的な使用例として、シリンダー内径を25mm、プランジャストロークを200mm、最大の連続送出可能量を98mlとした場合を説明する。流体噴射量を毎分20mlとした場合、流体の連続噴射時間は最大約5分となる。また、100mlの給水に要する時間は、約3秒である。つまり数秒のインターバルを設けるだけで、数分間の連続噴射のできる流体噴射装置が実現できる。

また、流体の噴出圧力を最大20気圧とした場合には、プランジャの駆動力は約100kgfとなる。

40

このように、本実施形態による流体噴射装置100によれば、コンパクトなシングルプランジャータイプのポンプで流体噴射装置を構成することができる。

【0060】

なお、前述した実施形態では、容積変更手段としてピエゾ素子等の圧電素子を用いていたがこれには限らない。例えば、光ファイバーを用いて蒸気泡を発生させてもよい。また、電極からの放電を用いて蒸気泡を発生させてもよい。更に、ヒーターを用いて蒸気泡を発生させてもよい。

【符号の説明】

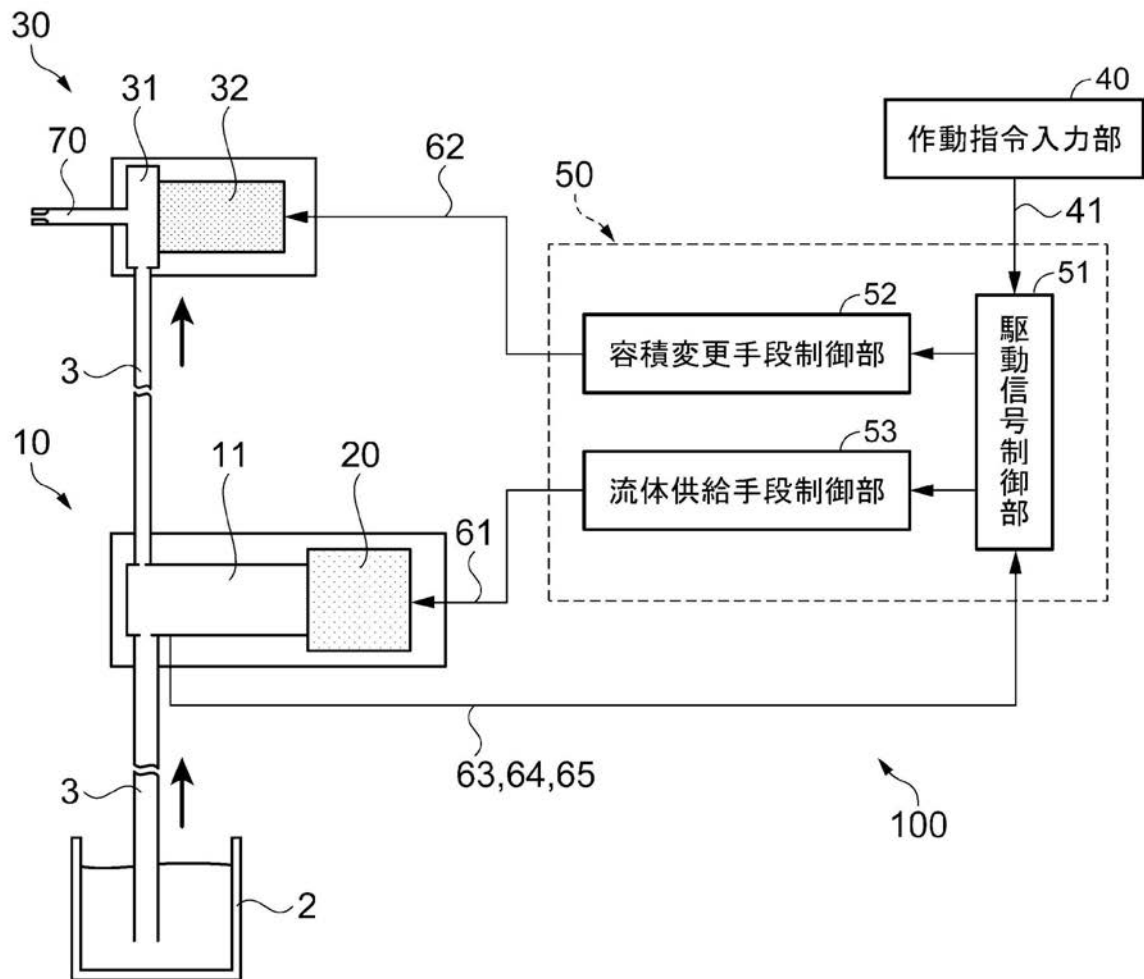
【0061】

2…流体容器 3…接続チューブ 10…流体供給部 11…ポンプ室 12…プラン

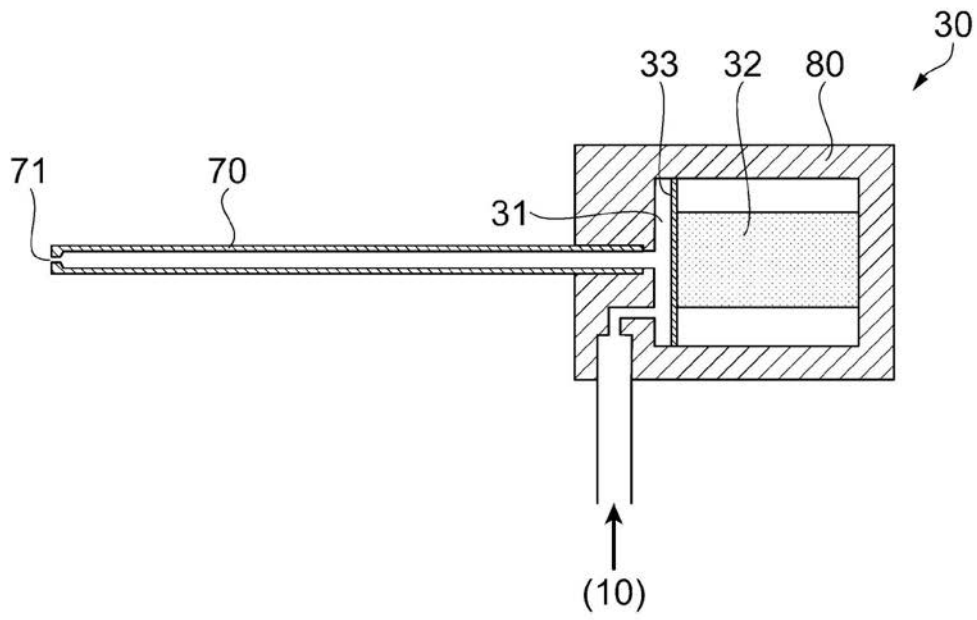
50

ジャー 1 3 … シリンダー 1 4 … 吸入弁 1 5 … 送出弁 1 7 … 吸入口 1 8 … 送出口
2 0 … ポンプ室容積変更手段 2 1 … ギア構造 2 4 … 回転機構 2 5 … 第 2 容積量検
出センサー 2 6 … 第 1 容積量検出センサー 2 7 … ランダムレベル検出センサー 3 0
… 脈動発生部 3 1 … 流体室 3 2 … 容積変更手段 3 3 … ダイアフラム 4 0 … 作動指
令入力部 4 1 … 作動指令 5 0 … 駆動制御部 5 1 … 駆動信号制御部 5 2 … 容積変更
手段制御部 5 3 … 流体供給手段制御部 6 1 … ポンプ駆動信号（流体供給駆動信号）
6 2 … パルス駆動信号（脈動流駆動信号） 6 3 … 満水信号 6 4 … 水切れ信号 6 5 …
警告信号 7 0 … 流体噴射管 7 1 … ノズル 8 0 … ケース 1 0 0 … 流体噴射装置。

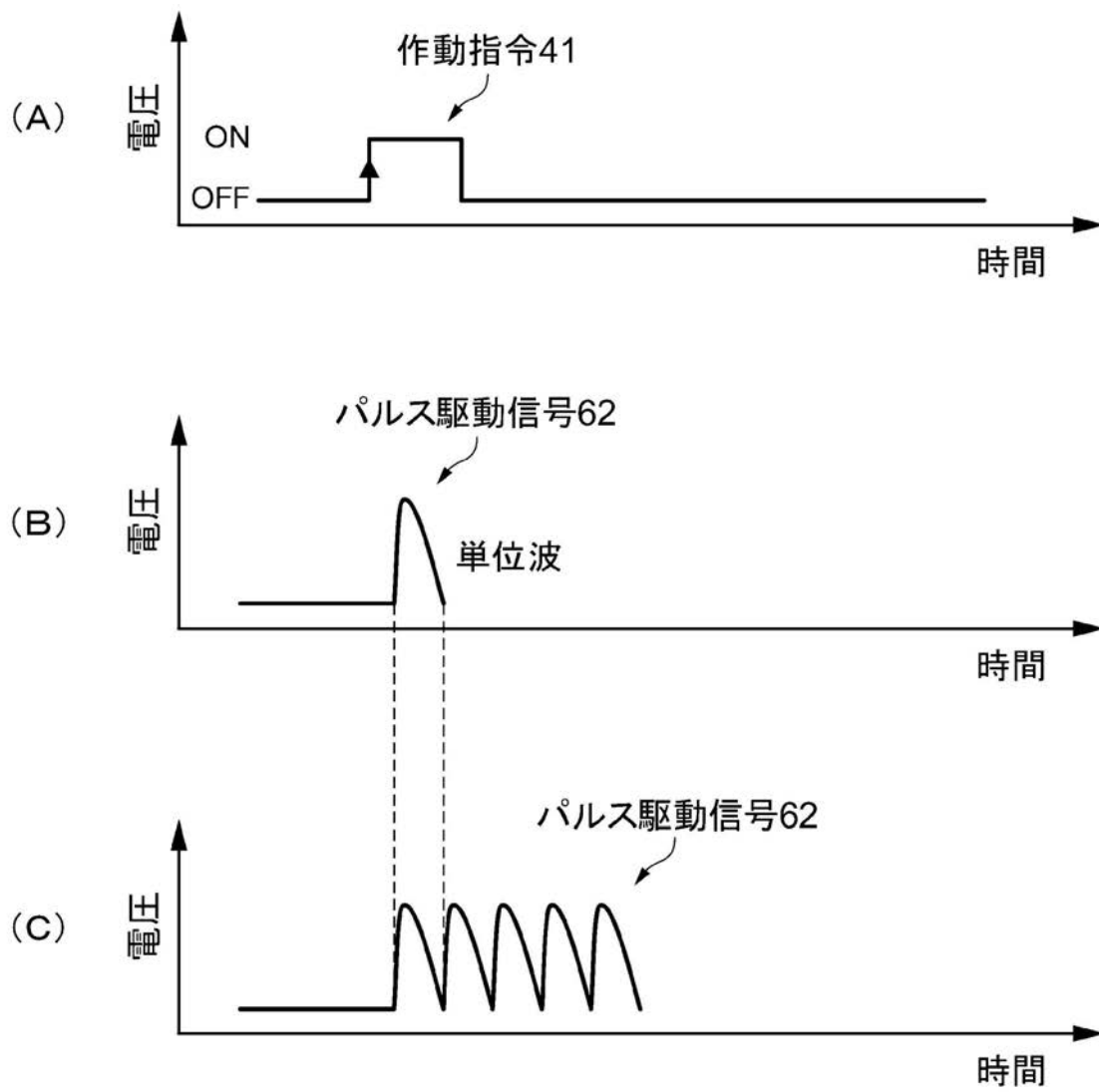
【図 1】



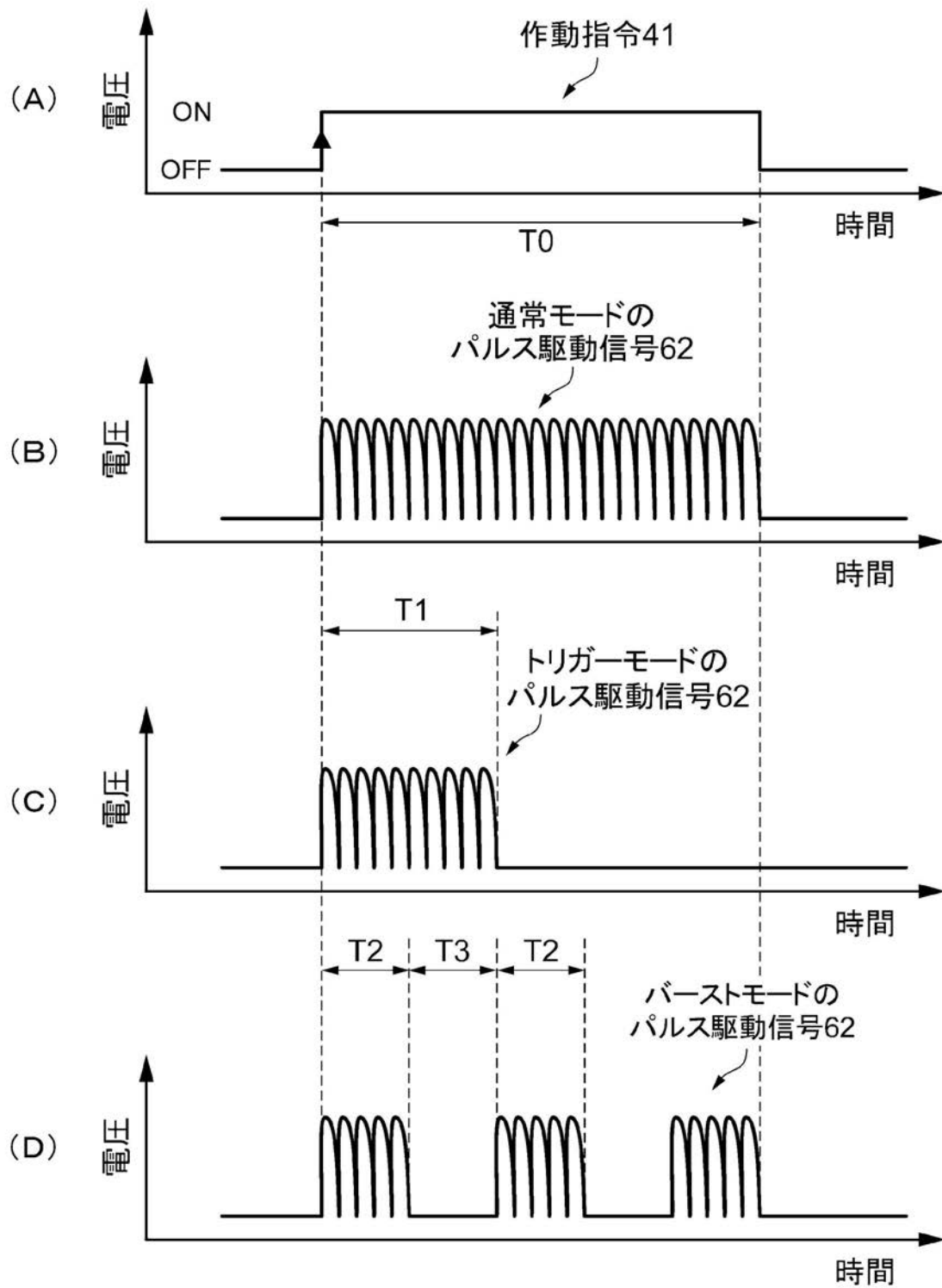
【図 3】



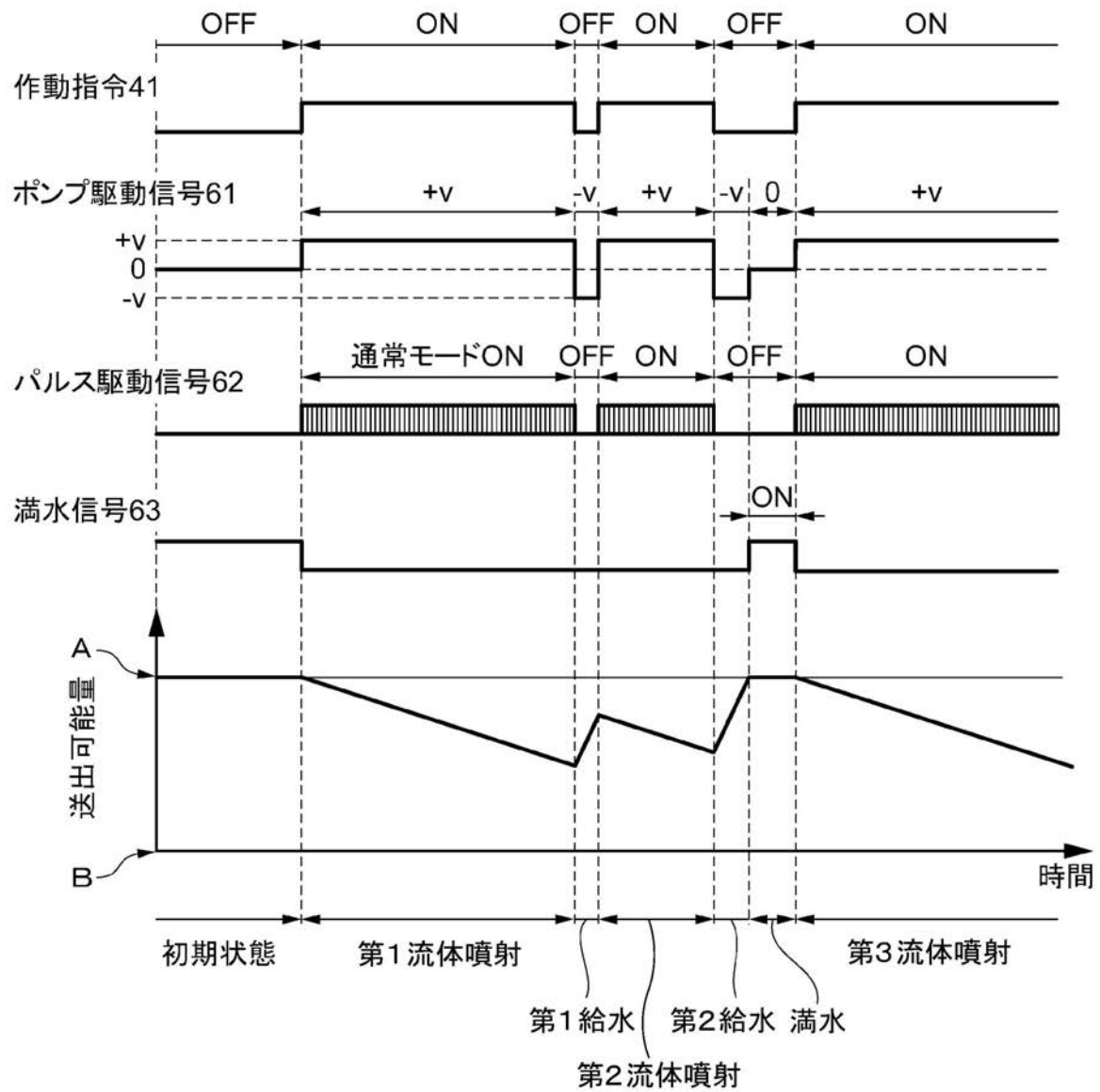
【図 4】



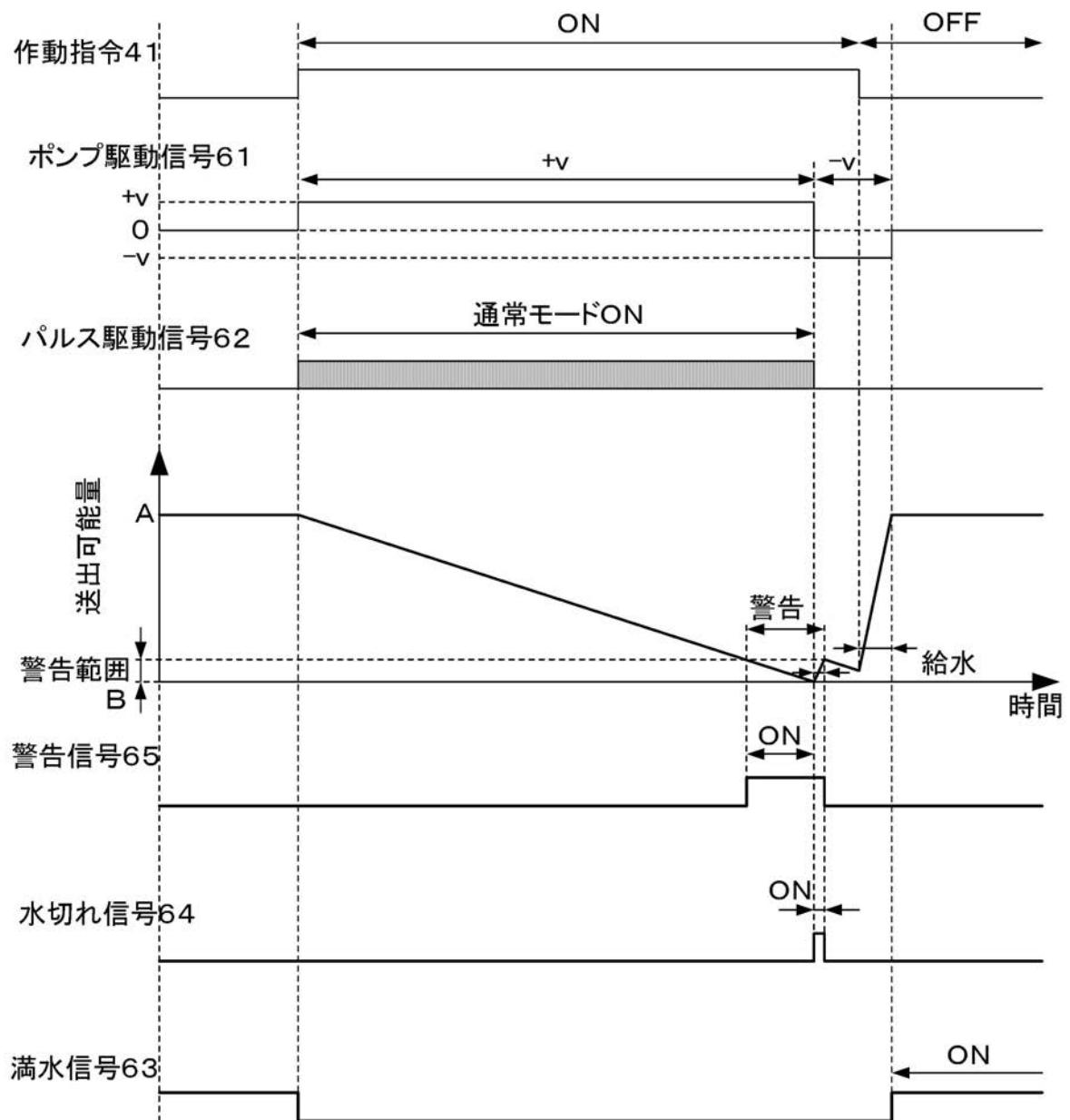
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

